

PAT-NO: JP360263863A
DOCUMENT- **JP 60263863 A**
IDENTIFIER:
TITLE: MONITORING METHOD OF SURFACE FLOW VELOCITY DISTRIBUTION BY
STEREOSCOPIC IMAGE

PUBN-DATE: December 27, 1985

INVENTOR- INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TAKAHASHI, YOSHIAKI	
KANEKO, TOMOICHI	
SHIYUDO, HIROMICHI	
YAJIMA, YOSHINORI	
TSUJIMURA, TAKEHIKO	
TAKEMOTO, SHOGO	
KOJIMA, MICHIO	

ASSIGNEE- INFORMATION:

NAME	COUNTRY
ASIA KOSOKU KK	N/A

APPL-NO: JP59120551
APPL-DATE: June 12, 1984

INT-CL (IPC): G01P005/20 , G01P013/00 , G01C011/00

US-CL-CURRENT: 73/290R

ABSTRACT:

PURPOSE: To evaluate a flow velocity distribution easily and securely by forming a continuous image and a copy image of the liquid of a **river**, etc., to be monitored by vertical photography at constant height, and monitoring the surface flow velocity distribution.

CONSTITUTION: A video camera 20 is fixed at the constant height H from the water level of the **river**, e.g. to the parapet, etc., of a bridge 21 to take a vertical photograph of the water surface of the **river** continuously. Then, the camera 20 is detached from the bridge 21 after desired-time photography and the photographed video tape is copied to another video tape. Two cathode-ray tube display devices are arranged at a right and a left side; and a continuous image from one of the original tape and copy tape is reproduced and displayed on one display device and a continuous image from the other tape is displayed on the other

display device. In this case, the playback of the other tape is delayed behind the playback of one tape by a time difference which generates parallax.

COPYRIGHT: (C)1985,JPO&Japio

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑪ 公開特許公報 (A)

昭60-263863

⑫ Int.CI. 4

G 01 P 5/20
13/00
// G 01 C 11/00

識別記号

府内整理番号

⑬ 公開 昭和60年(1985)12月27日

7027-2F
D-7027-2F
7119-2F

審査請求 有 発明の数 2 (全 6 頁)

⑭ 発明の名称 実体像による表面流速分布監視方法

⑮ 特願 昭59-120551

⑯ 出願 昭59(1984)6月12日

⑰ 発明者	高橋 佳昭	大和市鶴間1-19-11
⑰ 発明者	金子 朝一	東村山市秋津町5-21-11
⑰ 発明者	首藤 浩通	東京都杉並区阿佐ヶ谷北3-4-8
⑰ 発明者	矢島 儀則	横浜市緑区池辺町3469
⑰ 発明者	辻村 武彦	東京都練馬区豊玉中3丁目2
⑰ 発明者	竹本 勝吾	秦野市南ヶ丘2-2-6-204
⑰ 発明者	小島 美知男	横浜市緑区美しが丘4-54-1
⑰ 出願人	アジア航測株式会社	東京都世田谷区弦巻5丁目2番16号
⑰ 代理人	弁理士 中村 稔	外3名

明細書

1. 発明の名称 実体像による表面流速分布監視方法

2. 特許請求の範囲

(1) 河川等の流体表面の流速分布を監視する方法であって、ほぼ一定の高さからの垂直撮影によって監視すべき河川等の流体表面の連続画像を作成し、該連続画像を原画とする複写画像を作成し、前記両画像を視差を生ずる時間差をもって連続的に同時に表示させ、前記両画像のうちの一方からの前記表示は監視者の一方の眼にのみ入るようにし且つ前記両画像のうちの他方からの前記表示は監視者の他方の眼にのみ入るようにすることを特徴とする実体像による表面流速分布監視方法。

2. 前記流体表面に、パンチくずや発泡スチロール玉等のトレーサーを流す特許請求の範囲第(1)項記載の実体像による表面流速分布監視方法。

3. 河川等の流体表面の流速分布を監視する方法であって、ほぼ一定の高さからの垂直撮影によ

って監視すべき河川等の流体表面の連続画像を作成し、該連続画像を連続的に再生し、該再生画像から、監視しようとする場面の視差を生ずる時間だけ間隔を置いた画像の2つの静止画像を作成し、前記両静止画像から前記監視しようとする場面の流体表面の流速分布を実体像として判読することを特徴とする実体像による表面流速分布監視方法。

4. 前記流体表面に、パンチくずや発泡スチロール玉等のトレーサーを流す特許請求の範囲第(3)項記載の実体像による表面流速分布監視方法。

3.発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は、河川等の流体表面の流速分布を監視する方法に関するものである。

従来の技術

流体表面の流速分布は、水理実験や洪水流解析等に重要な情報を与える。この流体表面の流速分布は、流体内部や底床構造等の情報を流体外に伝える重要な情報源である。のために、従来は、水理実験時や洪水流発生時にトレーサー（追跡用標識）を表面に流し写真測量法により表面流速分布を推定、把握してきた。

発明が解決しようとする問題点

しかし、従来の写真測量法でとらえられる現象は、時間的に一瞬であり、位置的には点の情報でしかない。また、流体表面の流速分布は一定ではなく、渦の発生、消長等複雑な状況を呈するのが通常である。特に実河川における洪水時の流速分布については、予測はもとより実測すら困難な状況にある。このように複雑な現象を一瞬の時間、

点の情報で評価、予測することには多くの困難が伴い、従来においては、このように評価を容易に行なえる方法はなかった。

本発明の目的は、このような問題点を解決し、流体表面の流速分布を容易に確実に評価、測定しうるような表面流速分布監視方法を提供することにある。

問題点を解決するための手段

本発明の表面流速分布監視方法によれば、ほぼ一定の高さからの垂直撮影によって監視すべき河川等の流体表面の連続画像を作成し、該連続画像を原画とする複写画像を作成し、前記両画像を視差を生ずる時間差をもって連続的に同時に表示させ、前記両画像のうちの一方からの前記表示は監視者の一方の眼にのみ入るようにし且つ前記両画像のうちの他方からの前記表示は監視者の他方の眼にのみ入るようにすることにより、河川等の流体表面の流速分布を実体像にて監視できる。

本発明の別の表面流速分布監視方法によれば、ほぼ一定の高さからの垂直撮影によって監視すべ

き河川等の流体表面の連続画像を作成し、該連続画像を連続的に再生し、該再生画像から、監視しようとする場面の視差を生ずる時間だけ間隔を置いた画像の2つの静止画像を作成し、前記両静止画像から前記監視しようとする場面の流体表面の流速分布を実体像として判読することができる。

実施例

次に、添付図面に基づいて本発明の実施例について本発明を詳細に説明する。

本発明の理解を容易とするため、本発明の方法を説明する前に、実体視（立体視）の原理について説明しておく。

人間は2つの眼球をもち、これにより物体の遠近を知覚する機能を有している。この機能は、眼球内で視角の違いを検知していることに他ならない。今、異った位置から同一対象を撮影した一組の立体写真について考えてみる。第1図に示すように、対象物1を異なる位置0及び0'で撮影した写真2及び3がある。各位置0及び0'に配置されたカメラのレンズに対する鉛直点N及びN'

に対応する画像は、各写真2及び3上では、参照符号N及びN'にてそれぞれ示すように現われており、対象物1の画像は、各写真2及び3上では、参照番号1A及び1Bで示すように現われている。このような2枚の写真2及び3を、第3図のようにして人間の両眼4及び5でみると、各写真上の画像1A及び1Bは、対象物1と同様の立体像（実体像）1'として知覚される。この場合、実物を見る時と異なるのは、眼球の焦点は言うまでもなく実物に合わせられる。しかし、立体像を写真により知覚する場合には、眼球の焦点は写真に合わせなければならないという点である。従って、このような2枚の写真画像から対象物の立体視を行なうには多少の訓練が必要ではある。その上、航空写真のように撮影基線長が長い場合、これを立体視しようとすると、人間の眼基線長（通常、6~6.5cm）に制限があるので、みかけ上高低差がかなり誇張されて知覚され、これを過高感と呼んでいる。

そこで、このような過高感をあまり生じないよ

うに立体写真を作成するための撮影高度及び撮影基線長と対象物の高さとの関係について以下詳述する。

先ず、第3図に示すような単写真の幾何的関係について説明する。高さHの位置から鉛直下方に向けて写真を撮影する。この時、カメラの直下にある地上の点を「鉛直点」と言い、ここを写真7上で「写真鉛直点」という。レンズを用いた光学系による像は、「中心撮影」でレンズの中心を「投影中心」と言い、写真7上この点を「主点」という。第4図に示すように、撮影基線長Bで対象物8の立体写真を撮影した場合、左右の写真9A及び9B上でその影像8A及び8Bの位置が異なる。この位置の差pを、「視差(Parallax)」と言う。第4図中の撮影高さHと撮影基線長Bとの比を「基線比」と言い、人間の眼では基線比が大きい程、立体感が誇張されて知覚される。この基線比について、写真測量では、

$$0.05 < B/H < 0.3$$

立体視による観察のみであれば

$$0.01 < B/H < 0.1$$

が適当であるとされている。

人間の眼基線長をb、眼球の角度分解能を $\Delta\theta$ (ラジアン)とすると、奥行を感じる距離Lは、

$$L = b / \Delta\theta$$

で与えられる。ここで、人間の眼の角度分解能は、約0.05~0.15ラジアンである。立体像の高さ方向の測定精度は、高低部の視差差の測定精度、基線比およびカメラの焦点距離によって与えられる。第4図で示されるカメラと対象物8との鉛直距離Zと視差p、レンズの焦点距離f、基線長Bとの関係は、

$$Z = f \cdot B / p$$

で与えられる。そして、対象物8の高低差hは、視差差 $\Delta p = \theta' - \theta$ と、対象物8の低部の視差p_oと低部までの距離Hにより、

$$h = H (\Delta p / p_o)$$

で与えられる。

カメラとHの距離にある対象物の高低差をhとすると、立体写真より計測されるhの測定精度

h/H は、

$$h/H = (H/B) \cdot (\Delta p/f)$$

で与えられる。

即ち、1000mの撮影高度で高低差1mの精度を得るためにには写真上で視差差の測定精度が0.01mmとして100mmの焦点距離のカメラを用いるならば、100mの撮影基線長が必要だということになる。

本発明の実体像による表面流速監視方法は、前述したような実体視の原理と、次に述べるようないわゆるカメロン効果とを利用するものである。

一般に、動くものの立体写真をとるには、2台のカメラで同時シャッターを押さなければなりません。しかし、1台のカメラで立体写真をうつしている間に、被写体の一部が動いてしまうことがある。このような場合、動いた方向が基線方向と異なると、縦視差が生じて立体視できないのでチラチラと見えてしまうが、動いた方向が基線方向と同じときは、動いた被写体の一部が浮いたり沈んだりした状態に見える。これは、カメロン効果

として知られている。例えば、第5図に示すように、航空機10にて地上11の立体写真を作成する場合に、自動車12の如く航空機10の飛行方向と同じ方向に走行する自動車は、参照番号12'で示す如く地上11より低く沈んだ状態に見え、自動車13の如く航空機10の飛行方向と反対方向に走行する自動車は、参照番号13'の如く地上11より高く浮き上がって見える。

次に、前述したような実体視の原理とカメロン効果とを利用した本発明の実体像による表面流速監視方法の実施例について説明する。

第6図は、本発明の実体像による表面流速分布監視方法を適用して河川の水面の流速分布の観測を行なう場合の第1段階としてのビデオカメラによる垂直撮影の様子を略示している。ビデオカメラ20は、例えば、焦点距離11~70mmのものを使用し、河川の水面より一定の高さHの所にて、例えば、橋21の欄干等に固定しておく。このように固定したビデオカメラ20にて、河川の水面の連続垂直撮影を行なう。こうして所望時間に

亘る水面の垂直撮影が終ったら、ビデオカメラ20を橋21から取り外し、その撮影済みのビデオテープを原画として周知方法にて別のビデオテープへの複写を行なう。次に、2台の陰極線管表示装置を左右に並べて配置しておき、前述の原画ビデオテープ及び複写ビデオテープのうちの一方のビデオテープからの連続画像を一方の陰極線管表示装置上に再生表示させ、他方のビデオテープからの連続画像を他方の陰極線管表示装置上に再生表示させる。この時、他方のビデオテープからの再生を、一方のビデオテープからの再生に対して、視差を生ずる時間差だけ遅延させる。

ここで遅延させるべき時間差について考察するに、第4図に関して説明したように、ビデオカメラの水面からの高さHを20m又は30mとするに、実体視観察のために必要な撮影基線長Bは、次の表の如くなる。

H(m)	撮影基線長B(m)	
20	0.2~2	0.01 < B/H < 0.1
30	0.3~3	

ビデオテープでは1秒に30枚の画像を収録するので、河川の水面の基準流速V₀を1m/秒として、0.2mの撮影基線長を得るには0.2秒、2mの撮影基線長を得るには、2秒、0.3mの撮影基線長を得るには、0.3秒、3mの撮影基線長を得るには、3秒、スチル画像でそれぞれ6枚、60枚、9枚、90枚毎となる。

従って、前述の他方のビデオテープからの再生を、一方のビデオテープからの再生に対して遅延させるべき時間差は、その測定精度や撮影高度、水面の基準流速等に応じて、0.2秒、2秒、0.3秒、3秒とすればよい。

このようにして2つの並置された陰極線管表示装置に表示される連続画像を、監視者が例えれば実体鏡を用いて見れば、前述の実体視の原理に基づいて、河川の表面流速の差が高低差として知覚できる。水面に基準流速V₀よりも相対的に速い点と遅い点とが存在している場合には、前述のカーラン効果により、基準流速V₀より相対的に速い点は見掛け上視差が大きくなり水面より速度差に対応した高さとして監視者の目に知覚され、一方、基準流速V₀より遅い点は見掛け上視差が小さくなり水面より速度差に応じた沈みとして監視者の目に知覚され、従って、水面の流速分布が速い部分は高い部分として、遅い部分は低い部分として知覚される。このように、従来は、平面的かつ瞬時、点情報にすぎなかった流速分布が連続的な立体像として認識、監視することができる。ここで使用した実体鏡は、周知のもので、左側の陰極線管表示装置に表示される画像は監視者の左眼のみに入り、右側の陰極線管表示装置に表示される画像は監視者の右眼にのみ入るようにするも

のである。

前述の本発明の実施例では、2つの陰極線管表示装置と実体鏡とを用いて監視者が送電線ルートの実体像を見ようようにしているのであるが、本発明の別の実施例として、1台の陰極線管表示装置又はその陰極線管表示装置の表示面からの投影画像と偏光グラスとを用いても送電線ルートの実体像を見ようようにすることもできる。この別の実施例の場合には、前述の原画ビデオテープ及び複写ビデオテープからの連続画像を互いに前述したような視差を生ずる時間差だけずらして1台の陰極線管表示装置の同一表示面上に同時に再生表示させ又は更にその再生表示面をプロジェクタにて投影させ、これを監視者が偏光グラスを掛けて観測すれば、同様に前述の実体視の原理及びカーラン効果に基づいて、水面の流速分布を実体像として見ることができる。この偏光グラスは、周知のもので、これを掛けた監視者の左眼には、陰極線管表示装置の表示面に表示されている画像のうち、例えば、前述の原画ビデオテープから再生さ

れている画像のみが入り、右眼には、陰極線管表示装置の表示面上に表示されている画像のうち、例えば、前述の複写ビデオテープから再生されている画像のみが入るようにするものである。この実施例によれば、複数の監視者がそれぞれ偏光グラスを掛けば、同時に水面の流速分布を観測することができる。

前述の2つの実施例は、河川の流れの水面の流速分布を連続的に監視する場合のものであったが、河川の流れの特定の場面での水面の流速分布を詳細に観察するのに適した本発明の実体像による表面流速分布監視方法の一実施例について次に説明する。

前述したと同様にして河川の水面を垂直撮影したビデオテープを、適当な再生装置にて陰極線管等の表示装置の表示面上に再生表示していく。特に詳細に観測分析したい場面の画像のところにきたとき、その表示画像をボラロイドカメラや3.5mmフィルムカメラ等にてスチル撮影して、1枚のスチル写真を作成する。次いで、そのスチル写真

を撮った画像の表示から、前述したような視差を生ずる時間だけ間隔を置いた後にその表示装置の表示面上に再生表示される画像を、もう一度同様にスチル撮影して、もう1枚別のスチル写真を作成する。こうして作成した2枚のスチル写真を並置して実体鏡を用いて監視者がこれを観測すれば、前述の実体視の原理及びカーメロン効果に基づいて、河川のその特定の場面での水面の流速分布を静止実体像として見ることができる。この場合には、静止実体像であるので、監視者は、充分時間を掛けてその特定の場面での水面の流速分布をその実体像から分析検討することができる。また、こうして作成された2枚のスチル写真を解析図化機にかけて分析を行なえば、きわめて容易にその場面での水面の流速分布を図化することもできる。

尚、前述した本発明の実施例は、河川の水面の流速分布の観測に適用する場合について説明されたが、本発明の実体像による表面流速分布監視方法は、このような河川の水面の流速分布の観測に限らず、海流の観測等にも同様に適用しうるもの

である。また、前述の実施例では、ビデオカメラにて垂直撮影したのであるが、これは、ビデオテープへの撮影は現像等の処理が不要ですぐ再生でき、またそのコピー作成も容易であるからであり、もし多少処理に時間がかかるても良いような場合には、8ミリフィルムカメラや3.5ミリフィルムカメラによる垂直撮影によっても同様に表面流速分布の監視を行なうことができ、本発明はこのような場合も含むものである。

また、本発明の表面流速分布監視方法において、流体表面の垂直撮影を行なう場合において、流体が透明である時には、パンチくずや発泡スチロール玉等のトレーサーを流しながら行うと、監視像がより鮮明なものとすることがでて好ましい。

更にまた、前述した実施例では、カメラを一定高さに固定して垂直撮影を行なっているが、本発明では、航空機に搭載したカメラにてほぼ一定の高さから垂直撮影を行なってよい。この高さが連続垂直撮影中に若干変化しても、その収録された画像を、例えば、解析図化機等にかけることによ

って逆にその変化を分析でき、修正することができる、正確な流速分布を監視することができる。

発明の効果

本発明の実体像による表面流速分布監視方法によれば、従来は平面的且つ瞬時、点情報にすぎなかった流速分布を連続的な立体像として認識、監視することができる、きわめて容易に正確に流速分布を観測することができる。更にまた、本発明の方法は、撮影原画及び複製画像をデータファイリングしておくことにより、何度でも必要に応じて、これを再現して観測、分析しうるという点でも非常に効果のあるものである。

4. 図面の簡単な説明

第1図及び第2図は本発明において利用する実体視の原理を説明するための概略図、第3図及び第4図は立体写真を作成するための撮影高度及び撮影基線長と対象物の高さとの関係について説明するための概略図、第5図は本発明において利用するカーメロン効果を説明するための概略図、第6

図は本発明の実体像による表面流速分布監視方法においてビデオカメラによる河川の水面の垂直撮影の様子を略示している図である。

20…ビデオカメラ、21…橋

